

(3)

CORR. V 4-95/174



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Übersetzung der
europäischen Patentschrift

⑤ Int. Cl.⁵:
G 01 L 9/12

⑧7 EP 0 376 632 B1

⑩ DE 689 13 177 T 2

②1	Deutsches Aktenzeichen:	689 13 177.1
⑧6	Europäisches Aktenzeichen:	89 313 450.2
⑧8	Europäischer Anmeldetag:	21. 12. 89
⑧7	Erstveröffentlichung durch das EPA:	4. 7. 90
⑧7	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	16. 2. 94
④7	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	7. 7. 94

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1

30.12.88 US 292276

⑦3 Patentinhaber:

United Technologies Corp., Hartford, Conn., US

⑦4 Vertreter:

Feiler, L., Dr.rer.nat.; Hänzle, W., Dipl.-Ing.;
Kottmann, D., Dipl.-Ing, Pat.-Anwälte, 81675
München

⑧4 Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT, NL, SE

⑦2 Erfinder:

Grantham, Daniel H., Glastonbury CT 06033, US;
Latina, Mario S., Wethersfield CT 06109, US

⑤4 Kapazitiver Drucksensor und Verfahren zum Minimieren der parasitären Kapazität eines kapazitiven Drucksensors.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 689 13 177 T 2

DE 689 13 177 T 2

1

89 313 450.2-2213

UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION

6074

5

Beschreibung

10

Technisches Gebiet

15

20

Diese Erfindung bezieht sich auf Drucksensoren, welche kapazitive Änderungen zur Messung von Druckänderungen nutzen; insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung Silizium/Glas/Silizium-Drucksensorkonstruktionen unter Verwendung einer Siliziummembran, deren druckänderungsabhängige Bewegung (Auslenkung) die Kapazität des Sensors (ver)ändert und damit ein für den anliegenden Druck repräsentatives Ausgangssignal liefert. Ganz speziell bezieht sich diese Erfindung auf die Minimierung der Langzeitdrift und der parasitären (nicht druckempfindlichen oder -abhängigen) Kapazität, die bei solchen Sensoren auftreten.

25

Stand der Technik

30

Kapazitive Drucksensoren sind an sich bekannt und werden in Kapazitätswandlern, Mikrofonen, Berstscheiben, Resonatoren, Vibratoren (Schwingern) und ähnlichen Vorrichtungen verwendet. Zahlreiche der Anwendungsfälle für derartige kapazitive Drucksensoren erfordern, daß die Sensoren extrem klein sind, d.h. in der Größenordnung von 8 mm x 8 mm.

35

1 Kapazitive Siliziumdruckwandler sind ebenfalls an sich
bekannt. Beispielsweise offenbart die US-PS 3 634 727
(Polye) einen Typ, bei dem zwei zentral mit Öffnung oder
Bohrung versehene, leitende Siliziumscheiben bzw. -platten
5 mittels einer eutektischen Metallbindung so miteinander
verbunden sind, daß sich die Siliziumplatten unter einem
einwirkenden Druck durchbiegen und damit die Kapazität
des Bohrungszwischenraums (ver)ändern und eine kapazitive
Signalwiedergabe (manifestation) der Druckgröße liefern.
10 Diese Druckwandlerform stützt sich somit auf die druck-
induzierte Durchbiegung oder Auslenkung einer dünnen Mem-
bran, wobei die Membranauslenkung als Funktion eines
Fluiddrucks eine Änderung im Abstand zwischen zwei Flä-
chen herbeiführt, welche effektiv die Platten eines
15 variablen Kondensators bilden. Weitere Beispiele solcher
Siliziumdrucksensoren oder -wandler finden sich in den
unten angegebenen US-PSen.

 Langzeitdrift und parasitäre (nicht druckabhängige)
20 Kapazität stellen jedoch Probleme dar, welche die hohe
(Ansprech-)Empfindlichkeit und Genauigkeit beeinträchti-
gen, welche für z.B. anspruchsvolle Anwendungen derarti-
ger kapazitiver Druckmeßvorrichtungen auf dem Luft-
fahrt/Raumfahrtgebiet gefordert werden.

25 Beim derzeitigen Stand der kapazitiven Silizium/Glas/-
Silizium-(SGS-)Sensoren stellt der Glaskreisring 16 um
den Sensor (vgl. Fig. 1A und 1) ein nötiges Teil der Kon-
struktion, aber auch die Ursache für druckunabhängige
30 Kapazität dar, die sich parallel zur druckabhängigen
Kapazität des Sensors addiert. Hierdurch werden der
Dynamikbereich des Sensors eingeschränkt und seine
Empfindlichkeit für Druckänderungen herabgesetzt.

1 Infolge der inhärenten Langzeitinstabilität der Glas-
Dielektrizitätskonstante kann zudem diese(r) parasitäre
dielektrische Glas-Kondensator oder -Kapazität zu einer
Gesamt-Leitzeitdrift führen, die reduziert oder kompensiert
5 werden muß, um den Leistungsanforderungen auf dem
Luft/Raumfahrtgebiet zu genügen.

Andere Entwicklungen führten zur Fertigung einer
Dreiklemmen- (oder Dreiplatten-)Vorrichtung, die bei Kombination
10 mit einer geeigneten Schaltung die parasitäre Kapazität aus der
Messung und damit Drift und Instabilität beseitigt. Die in der
US-PS 4 467 394 (Grantham & Swindal) der gleichen Anmelderin
(vgl. vorliegende Fig. 2) beschriebenen Sensoren verwenden eine
15 Metallplatte 120 innerhalb des Bezugshohlraums 114 mit einer in den
Glasabdichtring 116 eingedichteten Durchführung für die dritte
Platte 120. Bei dieser Entwicklung ergibt sich jedoch eine nichtplane
oder nichtplanparallele Struktur, die spezielle Dichtungsprobleme
aufwirft. Die Bestimmung der gewählten Metalle warf darüber hinaus
20 spezielle Probleme bezüglich der Festlegung der Form durch chemisches
Ätzen auf.

Die EP-A-O 095 966 offenbart einen Druckwandler des kapazitiven
Quarz-Typs mit einem Referenz- oder Bezugskondensator in Umfangs-
25 abstand(halter)wänden und einem Meßkondensator, wobei sich die
Bezugskapazität nicht mit dem Druck ändert und sich auch nicht
nichtlinear mit der Temperatur ändert.

30 Die US-PS 4 415 948, welche die Grundlage für den Oberbegriff von
Anspruch 1 bildet, offenbart einen kapazitiven Drucksensor,
umfassend ein eine erste kapazitive Platte bildendes leitendes
Substrat; eine leitende, flexible, elastische Membran, die eine
Biegebewegung infolge von Druckänderungen an ihrer Außenseite auszu-
35 führen vermag und eine zweite kapazitive Platte bildet;

1 sowie eine zwischen dem leitenden Substrat und der leitenden
Membran angeordnete nichtleitende dielektrische
Schicht, die (einen) Umfangswand-Abstandhalter bildet,
5 welche(r) sich zwischen dem leitenden Substrat und der
leitenden Membran erstreckt (erstrecken) und diese verbindet
(verbinden); wobei zwischen dem Substrat und der Membran
eine evakuierte Kammer geformt ist, die durch eine
oder mehrere Abstand(halter)wände verschlossen ist, welche
10 durch die dielektrische Schicht zwischen Substrat
und Membran geformt ist/sind; wobei die Biege- oder Auslenk-
bewegung der Membran infolge von Druckänderungen an ihrer
Außenseite die Kapazität des Sensors sich (ver)-ändern läßt
und die Kammer in ihrem Außenumriß zumindest im wesentlichen
15 zylindrisch ist und einen Zentralbereich festlegt.

Einige beispielhafte frühere US-Patentschriften der gleichen
Anmelderin auf dem Gebiet kapazitiver Drucksensoren oder
-wandler sind nachstehend aufgeführt:

20	<u>Patent Nr.</u>	<u>Bezeichnung</u>	<u>Erfinder</u>	<u>Ausgabedatum</u>
	4 530 029	Capacitive Pressure Sensor With Low Parasitic Capacitance	C.D. Beristain	16.7.85
25	4 517 622	Capacitive Pressure Transducer Signal Conditioning Circuit	B. Male	14.5.85
	4 513 348	Low Parasitic Capacitance Pressure Transducer and Etch Stop Method	D.H. Grantham	23.4.85
30	4 467 394	Three Plate Silicon-Glass-Silicon Capacitive Pressure Transducer	D.H. Grantham J.L. Swindal	21.8.84
35	4 463 336	Ultra-Thin-Micro-electronic Pressure Sensors	J.F. Black T.W. Grudkowski A.J. DeMaria	31.7.84

1	<u>Patent Nr.</u>	<u>Bezeichnung</u>	<u>Erfinder</u>	<u>Ausgabe- datum</u>
	4 415 948	Electrostatic Bonded Silicon Capacitive Pressure Transducer	D.H.Grantham J.L.Swindal	15.11.83
5	4 405 970	Silicon-Glass-Silicon Capacitive Pressure Transducer	J.L.Swindal D.H.Grantham	20.9.83

10 Offenbarung der Erfindung

15 Diese Erfindung befaßt sich mit der Überwindung oder
zumindest Minimierung des Problems der additiven druckunab-
hängigen Kapazität des nichtleitenden Glaskreisrings
(annulus), ohne eines der zusätzlichen Probleme der ande-
ren früheren Lösungsversuche für dieses Problem herbeizu-
führen.

20 Mit dieser Erfindung wird diese Aufgabe durch Einbe-
ziehung einer dünnen dritten kapazitiven Platte nicht in
den Zentralbereich des Sensors, sondern vielmehr außer-
halb des Zentralbereichs und diesen umschließend, gelöst.

25 Merkmale dieser Erfindung liegen in der Auswahl von
Werkstoffen, wobei vorzugsweise alle drei Platten aus
leitendem (leitfähigem), dotiertem Silizium oder zu-
mindest bevorzugt aus dem gleichen Werkstoff bestehen,
in einer symmetrischen Anordnung der dritten Silizium-
platte, welche den Zentralbereich umschließt und nicht
30 in diesem positioniert ist, sowie in verbesserten Montage-
oder Zusammenbautechniken zur Gewährleistung eines höheren
Fertigungsausbringens und einer besseren Langzeitzuver-
lässigkeit, wobei alle Schichten vorzugsweise planparallel
(planar) sind.

1 Die vorgenannten sowie andere Merkmale und Vorteile
der vorliegenden Erfindung ergeben sich noch deutlicher
aus der folgenden weiteren Beschreibung anhand der Zeich-
nungen, in deren jeweiligen Figuren gemeinsame (gleiche)
5 oder analoge Elemente und Strukturen mit jeweils gleichen
Bezugsziffern bezeichnet sind.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

10 In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1A eine teilweise weggeschnittene perspektivische
Darstellung eines kapazitiven Silizium-auf-
Silizium-Zweiplatten-Drucksensors nach dem
15 Stand der Technik, der mit dem Sensor gemäß
dieser Erfindung einige strukturelle und be-
triebliche Eigenschaften gemeinsam hat,

Fig. 1 eine vereinfachte Seitenansicht eines kapa-
20 zitativen Silizium-auf-Silizium-Zweiplatten-
Drucksensors nach Fig. 1A, wobei jedoch das
Drucköffnungs-Übergangsstück zur besseren Ver-
anschaulichung der für diese Erfindung rele-
vanteren Teile weggelassen ist,

Fig. 2 eine vereinfachte Seitenansicht eines kapa-
zitativen Silizium-auf-Silizium-Dreiplatten-
Drucksensors nach dem Stand der Technik, bei
dem die hinzugefügte dritte Platte mittig im
25 Zentralbereich des Sensors untergebracht ist,

Fig. 3 eine vereinfachte Seitenansicht einer beispiel-
haften Ausführungsform eines kapazitiven Sili-
zium/Glas/Silizium-(SGS-)Drucksensors gemäß
35 dieser Erfindung, der eine grundsätzlich

- 1 zylindrische Form aufweist und in seinem Zen-
 tralbereich um seine lotrechte Längsmittel-
 linie symmetrisch und in seiner Außenkonfigura-
5 tion quadratisch oder zylindrisch ist, wobei
 seine dritte Platte außerhalb des Zentralbe-
 reichs des Sensors innerhalb einer den Zentral-
 bereich umschließenden Glas-Abstand(halter)wand
 positioniert ist, und
- 10 Fig. 4 ein elektrisches Schaltbild der (elektrischen)
 Ersatzschaltung des Sensors nach Fig. 3.

Beste Ausführungsart der Erfindung

- 15 - Zweiplattensensor (Stand der Technik - Fig. 1 und 1A) -

 Zum besseren Verständnis der allgemeinen strukturellen
 und betrieblichen Eigenschaften oder Charakteristika des
 Zweiplattenabschnitts gemäß der vorliegenden Erfindung
20 ist im folgenden zur allgemeinen Hintergrundinformation
 ein vereinfachter Zweiplattensensor nach dem Stand der
 Technik anhand der Fig. 1A und 1 erläutert.

 Bei dem Beispiel nach dem Stand der Technik, d.h.
25 einer Silizium/Glas/Silizium-Einzeldrucksensorkonstruktion
 des sog. Sandwich-Typs gemäß den Fig. 1A und 1, ist ein
 dielektrischer Wandabstandhalter 16 zwischen einer Sili-
 ziummembran 11 und einer Siliziumbasis 12 angeordnet.
 Der dielektrische Wandabstandhalter besteht vorzugsweise
30 aus Borsilicatglas.

 Die durch die dielektrische Schicht am betrieblichen
 bzw. wirksamen Umfang des Sensors geformte dielektrische
 Schicht 13 zwischen der Membran und der Basis, insbeson-
35 dere im aufwärts verlaufenden Wandhalter- oder Abstand-
 halterbereich 16 umfaßt ungefähr 50 % der Gesamtkapazität

1 des Sensor- oder Meßelements. Gemäß dieser Erfindung ist
diese typischerweise am Umfang der Anordnung gelegene,
allgemein mit " C_p " bezeichnete parasitäre Kapazität mini-
miert, wenn nicht vollständig beseitigt.

5 Gemäß Fig. 1A besitzt der beispielhafte herkömmliche
Silizium-auf-Silizium-Drucksensor oder -wandler 10 typi-
scherweise eine im wesentlichen quadratische äußere Kon-
figuration, doch ist er in seiner inneren, betrieblichen
10 oder wirksamen Unteranordnung, welche seinen Zentralbe-
reich C_c bildet, oftmals zumindest im wesentlichen und
vorzugsweise (hauptsächlich) kreisförmig oder zylindrisch.

15 Der Sensor 10 umfaßt eine obere, leitende, quadrati-
sche, flexible, zweckmäßig dotierte Siliziummembran 11
und eine untere leitende, zweckmäßig dotierte Silizium-
basis bzw. ein Siliziumsubstrat 12 mit einer dazwischen
angeordneten nichtleitenden dielektrischen Schicht oder
einem Abstandhalter 13 (aus z.B. Borsilicatglas), wobei
20 zwischen den beiden Siliziumschichten 11 und 12 ein
(eine) geschlossene(r), evakuierte(r), hermetisch abge-
dichtete(r) Bezugshohlraum, -kammer oder -zwischenraum
14 geformt ist. Die Kammer 14 befindet sich typischer-
weise auf einem Vakuum (Unterdruck) von 0 oder kann
25 unter einem höheren Referenz- bzw. Bezugsdruck abge-
dichtet sein, wobei bei diesem Bezugspegel die Membran
11 parallel zum Siliziumsubstrat 12 liegt, und zwar
typischerweise mit einem Abstand von 2 μ m zwischen ihnen.

30 Es ist darauf hinzuweisen, daß die vereinfachten
Zeichnungen für praktische Verdeutlichungszwecke nicht
vollständig in einem relativen Maßstab gehalten sind,
weil die Glaswand bzw. der Glasabstandhalter 13/16
typischerweise nur 9 μ m hoch ist, und zwar im Gegensatz
35 zu den Dicken der Siliziumschichten 11 und 12, die bei

1 einem beispielhaften Druck 344,8 kPa (50 psi) typischerweise 0,020 cm (0,008") bzw. 0,0127 cm (0,050") betragen.

5 Ein (eine) zentral angeordnete(r), typischerweise kreisförmige(r) Sockel oder Mesa 12A ragt in die typischerweise im wesentlichen zylindrische, geschlossene Kammer 14 hinein und ist oberseitig von einer dünnen, isolierenden Schicht aus Glas 13A (in Fig. 1A nicht dargestellt) bedeckt. Aufgrund der geringen Dicke der Schicht 13A
10 (typischerweise nur 0,5 μm), die üblicherweise nach der relativ hohen Wand 16 (typischerweise 9 μm hoch) abgelagert wird, spielt diese Schicht bezüglich der parasitären Kapazität des Sensors 10 typischerweise keine bedeutsame Rolle.

15 Bei Änderung eines an der Außenseite des Sensors 10 wirkenden äußeren Umgebungsdrucks wird die Membran 11 abwärts ausgelenkt, so daß sich der Abstand zwischen den als kapazitive Platten (Kondensatorplatten) dienenden
20 Siliziumschichten 11 und 12 ändert und verkleinert, wodurch wiederum die Kapazität des Sensors verändert wird. Diese Änderung der Kapazität als Ergebnis einer Änderung des Außendrucks an der Außenfläche der Oberseite 17 der Membran 11 wird als Maß für den Druck und seine Änderungen benutzt.

30 Leiter oder Elektroden 18A und 18B zu den Siliziumschichten 11 bzw. 12 sind vorgesehen zum Anschließen des Wandlers oder Sensors 10 an eine zweckmäßige, in vielfacher Ausgestaltung an sich bekannte Schaltung, welche die sich ändernde Kapazität (des Sensors) als Funktion des Drucks mißt. Der sich ändernde Druck an der äußeren Meßfläche 17 der elastischen Siliziummembran 11, durch
35 den die Membran zu einer Auslenkung und einer relativen Entspannung gebracht wird, ändert die Größe der Zwischenraumkapazität zwischen der Membran und der Elektrode zum

1 unteren Siliziumsubstrat 12, welches den einwirkenden
Druck in ein meßbares elektronisches Signal umsetzt. Wie
oben angegeben, ist typischerweise ein beispielsweise
2 µm großer Spalt zwischen der inneren Unterseite der
5 Membran 11 und der Oberseite der Mesa 12A vorhanden,
wenn sich der Sensor auf seinem Null- oder Bezugsdruck
befindet, um eine Einwärtsauslenkung der Membran in
Richtung auf die Mesa 12A bei einer Druckerhöhung zuzu-
lassen.

10 Jede Wand 16 kann typischerweise bei einer Höhe von
z.B. 9 µm eine waagerechte, seitliche oder radiale Dicke
von z.B. 0,091 cm (0,036") aufweisen, während die ge-
trennt aufgetragene isolierende Mesaschicht aus Glas
15 eine Dicke von nur etwa 0,5 µm besitzt. Die Mesa 12A er-
streckt sich von der Hauptfläche des Siliziumsubstrats
12 aufwärts über beispielsweise 6,5 µm, wobei sie einen
Durchmesser von beispielsweise 0,381 cm (0,150") aufweist.

20 Die Siliziummembran 11 und die Siliziumbasis 12 kön-
nen typischerweise quadratisch sein (wobei die Ecken,
wie dargestellt, zur Ermöglichung eines Zugangs für
elektrische Kontakte zur Schicht bzw. zu den Schichten
abgetragen sind) und an einer Kante eine waagerechte
25 Länge von z.B. 0,660 cm (0,260") besitzen, während die
Abstandhalterwand bzw. der Wandabstandhalter 16 einen
Innendurchmesser von z.B. 0,483 cm (0,190 ") aufweisen
kann. Die äußere Seitenfläche des Wandabstandhalters 16
kann entweder der im wesentlichen quadratischen Konfi-
30 guration der Siliziumschichten 11, 12 angepaßt sein
oder eine kreisförmige Außenkonfiguration aufweisen.

Ein Übergangsstück 18 ist z.B. über eine Glasschicht
20 mit der oberen Außenfläche 17 der Membran 11 verbun-
35 den (verklebt) und weist eine Drucköffnung 19 auf, über

1 welche der zu messende Druck die Membran beaufschlagt.
Der Sensor 10 ist seinerseits für Verwendung auf dem
vorgesehenen Anwendungsgebiet zweckmäßig montiert.

5 - Dreiplattensensor (Stand der Technik - Fig. 2) -

Der in Fig. 2 dargestellte herkömmliche Dreiplatten-
sensor ähnelt weitgehend dem Zweiplattensensor gemäß den
Fig. 1A und 1, nur mit dem Unterschied, daß eine dritte
10 leitende Platte 120 im eigentlichen Zentralbereich des
Sensors 110 hinzugefügt worden ist. Diese dritte Plat-
te besteht typischerweise aus Metall und nicht aus
dotiertem Silizium, und sie ist in einer abgedichteten
Durchführung 121 durch die Seitenwand 116A aus der Kammer
15 114 herausgeführt, damit ein elektrischer Kontakt mit
ihr herstellbar ist.

Wie sich aus Fig. 2 deutlich ergibt, führt dies -
insbesondere bezüglich der Glasschichten 116, 116A - zu
20 einer nicht planparallelen Anordnung.

Die Siliziummembran 111 und die Basis 112 arbeiten
auf ähnliche Weise wie die Membran 11 und die Basis 12
beim Sensor 10. Bezüglich weiterer Information über die-
se Art des herkömmlichen Dreiplattensensors sei auf die
25 oben angegebene US-PS 4 467 394 verwiesen.

Derartige herkömmliche Dreiplattensensoren sind mit
den Problemen bezüglich Langzeitdrift und parasitärer Kapa-
30 zität behaftet, deren Überwindung oder zumindest Mini-
mierung die vorliegende Erfindung bezweckt, ohne für die-
sen Zweck zusätzliche Schaltungen benutzen zu müssen.

1 - Dreiplattensensor gemäß der Erfindung (Fig. 3 und 4) -

5 Im Gegensatz zu den bisherigen Sensoren nach den Fig. 1 und 2 umfaßt der erfindungsgemäße Dreiplattensensor 210, der nachstehend anhand der Fig. 3 und 4 näher erläutert werden soll, eine vorzugsweise aus dotiertem, leitfähigem Silizium bestehende dritte Platte 220, die in der Glas-Abstandhalterwand 216 angeordnet ist und den Zentralbereich des Sensors 210 umschließt bzw. sich um ihn herum erstreckt, ohne dabei innerhalb des Zentralbereichs angeordnet zu sein. Die dritte Kondensatorplatte 220 ist um die lotrechte Längsmittelachse des Sensors 210 herum symmetrisch und besitzt grundsätzlich die Form einer flachen Scheibe; sie bildet einen Kreisring (annulus), wenn der Sensor eine zylindrische Außenform besitzt. Bei dieser Ausgestaltung ist keine Durchführung durch die Abstandhalterwand 216 in die Kammer 214 nötig, um eine elektrische Verbindung zur dritten Platte 220 herzustellen, weil die Außenkante der dritten Platte 220 für die Herstellung einer elektrischen Verbindung mit ihr ohne weiteres verfügbar und zugänglich ist.

25 Die Fig. 3 und 4 sind verallgemeinerte oder schematische Darstellungen einer kapazitiven Druckmeßvorrichtung gemäß den Prinzipien der vorliegenden Erfindung, wobei die dritte Platte 220 vorzugsweise aus einer sehr dünnen Schicht aus elektrisch leitendem, polykristallinem Silizium oder gewünschtenfalls einem Metall oder einem anderen leitfähigen Werkstoff hergestellt ist. Die drei Platten 211, 212 und 220 bestehen vorzugsweise aus den gleichen Werkstoffen, d.h. bevorzugt aus elektrisch leitendem, polykristallinem Silizium.

35 Zu den leitfähigen Siliziummembranen 211 sowie den leitfähigen Siliziumbasen 212 und auch zur dritten

1 Siliziumplatte 220 geführte Leiter oder Elektroden (aus
Vereinfachungsgründen in Fig. 3 nicht dargestellt, je-
doch ähnlich den Leitern bzw. Elektroden 18A und 18B
nach Fig. 1A) sind für den Anschluß des Wandlers oder
5 Sensors 210 an eine an sich bekannte zweckmäßige Schal-
tung vorgesehen. Die Schaltung mißt die sich ändernden
Kapazitäten als umgekehrte Funktion des über die (nicht
dargestellte) Drucköffnung die Außenseite 217 der Mem-
bran 211 beaufschlagenden Drucks, der die Membran zu
10 einer Durchbiegung oder Auslenkung bringt und damit die
Größe der Kapazität ändert, wodurch der einwirkende
Druck in meßbare elektronische Signale umgesetzt wird.

Einige der Vorteile dieser Konstruktion gemäß der
15 Erfindung gegenüber anderen Dreiplattenkonfigurationen,
wie die herkömmliche Anordnung gemäß Fig. 2, liegen in
ihrer zylindrischen Symmetrie, der bevorzugten oder vor-
teilhaften Wahl von Silizium als Werkstoff für kom-
patible Eigenschaften sowie der Planparallelität
20 (planarity) der Dichtflächen mit davon herrührenden
Dichtungen oder Abdichtungen hoher Integrität.

Die Herstellung kann beispielsweise in ähnlicher
Weise erfolgen, wie sie bereits in anderen Patentschrif-
25 ten der gleichen Anmelderin beschrieben ist, nämlich
z.B. in US-PS 4 415 948 (Grantham & Swindal).

Zunächst wird durch (Kathoden-)Zerstäubung, Ionen-
strahlzerstäubung oder nach anderer geeigneter Technik
30 eine Glasschicht 213 auf der geformten Siliziumbasis
212 abgelagert. Sodann wird erfindungsgemäß eine sehr
dünne polykristalline (oder amorphe) Siliziumschicht
mit einer Dicke von z.B. etwa 1 μ m abgelagert bzw.
niedergeschlagen; gewünschtenfalls, falls andere Erwägun-
35 gen dies verlangen, können auch andere Maße ohne Beein-
trächtigung der vorgesehenen Leistungsfähigkeit benutzt
werden.

1 Als nächstes wird eine weitere Glasschicht 213 abge-
lagert. Sodann wird eine Ecke der dritten Platte durch
Ätzen, Sägen oder auf andere Weise freigelegt. Diese
freigelegte Ecke kann für elektrostatisches Bonden der
5 Siliziummembran 211 an der Basisstruktur benutzt wer-
den.

10 Die erforderlichen photolithographischen und Ätz-
schritte für die Festlegung des Referenzraums 214, d.h.
der geschlossenen, evakuierten Kammer, sowie die Be-
grenzung (delineation) der dritten Siliziumplatte 220
sind dem Durchschnittsfachmann wohl bekannt und zur
Verkürzung der Beschreibung vorliegend nicht erläutert.

15 Wenn es sich bei den Fertigungsmaterialien um von
Silizium verschiedene Leiter handelt und der Abstand-
halter-Isolator ein von Glas verschiedener Werkstoff
ist, gelten ähnliche Überlegungen, wie oben angegeben;
eine dritte Platte kann auf ähnliche Weise, wie vor-
20 stehend für Silizium angegeben, der Konstruktion ein-
verleibt werden.

25 Gemäß dem Schaltbild von Fig. 4 wird bei der ver-
wendeten Meßschaltung, die grundsätzlich eine Schmitt-
Triggerschaltung ist, das Potential der Basis 212C durch
den Operationsverstärker 230 am dritten Zwischenplatten-
potential 220C gehalten. Wenn der Mittelpunkt (Knoten-
punkt) der in Reihe geschalteten Kondensatoren auf dem
gleichen Potential wie der Spannungseingang gehalten
30 wird, fließt keine Ladung über den Zweig "B" von der
Quelle am Membrananschluß 211C. Die parasitären und
instabilen dielektrischen Eigenschaften von Glas sind
oder werden damit aus der Messung beseitigt.

1 Beispielhafte Abmessungen für den Dreiplattendruck-
sensor 210, die vorher nicht bezüglich des beispielhaf-
ten Zweiplattendruckensors 10 oder sonstwie angegeben
worden sind, sind nachstehend aufgeführt.

5 Die dritte Platte 220 kann eine beispielhafte Dicke
von 1 μm aufweisen, wobei Glas einer Dicke von z.B. 0,5 μm
zwischen dem Innendurchmesser der dritten Platte und dem
10 Außendurchmesser der Kammer 214 vorhanden ist. Der Außen-
durchmesser oder die Weite der dritten Platte 220 kann
z.B. 0,660 cm (0,260") betragen, und zwar bei einem bei-
spielhaften Innendurchmesser von 0,483 cm (0,190")
minus 1 μm . Die Dicke der Glasschichten 213 über und
15 unter der dritten Platte 220 kann beispielsweise 6 μm
betragen..

 Es ist darauf hinzuweisen, daß die benutzten Aus-
drücke "über" oder "unter", "unten" oder "oben" sowie
"lotrecht" oder "waagerecht" in einem beispielhaften,
20 relativen, auf die Zeichnungen bezogenen Sinn zu ver-
stehen sind. In einem bestimmten Anwendungsfall kann
somit das Siliziumsubstrat tatsächlich z.B. unterhalb
der Membran angeordnet sein; anstatt die Siliziumschich-
ten mit lotrechtem Wandabstandhalter waagerecht anzu-
25 ordnen, können die Siliziumschichten auch lotrecht
oder unter einem spitzen Winkel zur Waagerechten ange-
ordnet sein, wobei die dielektrische Schicht relativ
dazu zweckmäßig positioniert ist.

Patentansprüche

10

1. Kapazitiver Drucksensor (210) des Leiter/Dielek-
trikum/Leiter-Typs, umfassend:

ein eine erste kapazitive Platte bildendes, leiten-
des Substrat (212),

15

eine leitende, flexible (biegsame), elastische Mem-
bran (211) mit einer Außenseite (217), welche Membran
eine Biege- oder Auslenkbewegung infolge von Druckänderun-
gen an ihrer Außenseite auszuführen vermag und eine zwei-
te kapazitive Platte bildet, und

20

eine zwischen dem leitenden Substrat und der leiten-
den Membran angeordnete nichtleitende dielektrische
Schicht (213), die (eine) zwischen dem leitenden Substrat
und der leitenden Membran verlaufende und diese (mitein-
ander) verbindende Umfangs-Abstandhalterwand oder -wände
(216) festlegt, wobei zwischen dem Substrat und der

25

Membran eine evakuierte Kammer (214) gebildet ist, die
durch die Abstandhalterwand oder -wände, durch die di-
elektrische Schicht zwischen Substrat und Membran gebil-
det, verschlossen ist, wobei die Auslenkbewegung der

30

Membran infolge von Druckänderungen an ihrer Außenseite
eine Kapazitätsänderung des Sensors herbeiführt, (und)
wobei die Kammer in ihrer Außenkonfiguration zumindest
im wesentlichen zylindrisch ist und einen Zentralbereich
festlegt, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor ferner
eine dritte leitende Platte (220) aufweist, die in der

35

(den) Abstandhalterwand oder -wänden angeordnet, zwischen

1 das leitende Substrat und die leitende Membran eingefügt
und von diesen durch die dielektrische Schicht getrennt
ist und eine dritte kapazitive Platte bildet, und daß
5 die dritte leitende Platte (220) den Zentralbereich um-
schließt, aber praktisch außerhalb des Zentralbereichs
angeordnet und von der Außenseite des Sensors (210) her
elektrisch zugänglich ist, wobei die dritte leitende
Platte (220) im Vergleich zum leitenden Substrat (212)
10 und zur leitenden Membran (211) verhältnismäßig dünn
ist.

2. Kapazitiver Drucksensor nach Anspruch 1, wobei
alle Platten (211, 212, 220) aus dem gleichen Werkstoff
15 hergestellt sind.

3. Kapazitiver Drucksensor nach Anspruch 1, wobei
die dritte Platte (220) aus Silizium hergestellt ist.

4. Kapazitiver Drucksensor nach Anspruch 1, wobei
20 der Sensor in seinem Zentralbereich grundsätzlich zylind-
risch ist und wobei die dritte Platte (220) einen Kreis-
ring (annulus) bildet, der um die Längsmittel(linien)achse
des Sensors symmetrisch ist.

25 5. Kapazitiver Drucksensor nach Anspruch 4, wobei
die dritte Platte (220) eine (ring)scheibenartige Form
aufweist.

30 6. Kapazitiver Drucksensor nach Anspruch 1, wobei
die dritte Platte (220) eine Dicke von etwa 1 μm (einem
Mikrometer) aufweist.

35 7. Kapazitiver Drucksensor nach Anspruch 1 oder 6,
wobei alle drei Platten (211, 212, 220) aus dotiertem,
leitendem Silizium hergestellt sind.

1 8. Kapazitiver Drucksensor nach Anspruch 7, wobei
die dielektrische Schicht(213) aus Glas besteht.

5 9. Verfahren zum Minimieren der parasitären Kapa-
zität eines kapazitiven Drucksensors (21) mit
einem leitenden Substrat (212),

 einer eine Außenseite (217) aufweisenden leitenden
Membran (211), die infolge von Druckänderungen an ihrer
Außenseite eine Biege- oder Auslenkbewegung auszuführen
10 vermag, und

 einer zwischen dem leitenden Substrat und der leiten-
den Membran angeordneten nichtleitenden dielektrischen
Schicht (213), die (eine) zwischen dem Substrat und der
Membran verlaufende und diese (miteinander) verbindende
15 Umfangs-Abstandhalterwand oder -wände (216) festlegt,
wobei zwischen dem Substrat und der Membran eine evaku-
ierte Kammer (214) gebildet ist, die durch die Abstand-
halterwand oder -wände, durch die dielektrische Schicht
zwischen Substrat und Membran gebildet, verschlossen ist,
20 wobei die Auslenkbewegung der Membran infolge von Druck-
änderungen an ihrer Außenseite eine Kapazitätsänderung
des Sensors herbeiführt,

 gekennzeichnet durch den (die) folgenden Schritt(e):

 Vorsehen einer dritten leitenden Platte in der (den)
25 Abstandhalterwand oder -wänden, zwischen das leitende
Substrat und die leitende Membran eingefügt und von
ihnen durch die dielektrische Schicht getrennt, wobei
die dritte leitende Platte den Zentralbereich umschließt
und von der Außenseite des Sensors her elektrisch zugäng-
30 lich ist und die dritte leitende Platte (220) im Ver-
gleich zum leitenden Substrat (212) und zur leitenden
Membran (211) verhältnismäßig dünn ist.

 10. Verfahren nach Anspruch 9, umfassend den (die)
35 folgenden Schritt(e):

1 Ausbilden der drei Platten (211, 212, 220) aus dem
gleichen Werkstoff.

5 11. Verfahren nach Anspruch 9, umfassend den (die)
folgenden Schritt(e):

Ausbilden der drei Platten (211, 212, 220) aus leitendem Silizium.

10 12. Verfahren nach Anspruch 11, umfassend den (die)
folgenden Schritt(e):

15 Ausbilden der dritten Platte (220) durch Ablagern
oder Niederschlagen zunächst einer dielektrischen Glasschicht,
sodann einer etwa 1 µm dicken, dünnen leitenden Siliziumschicht
auf der Oberseite der ersten dielektrischen Glasschicht und
anschließend einer die dünne Siliziumschicht bedeckenden zweiten
dielektrischen Glasschicht und Heranziehen der dielektrischen
Schichten als die Abstandhalterwand oder -wände.

20 13. Verfahren nach Anspruch 12, umfassend den (die)
folgenden Schritt(e):

25 Erzeugen von planparallelen (planar) Schichten beim
Ablagern oder Niederschlagen der beiden dielektrischen
Schichten und der dünnen Siliziumschicht.

30

35

1/2

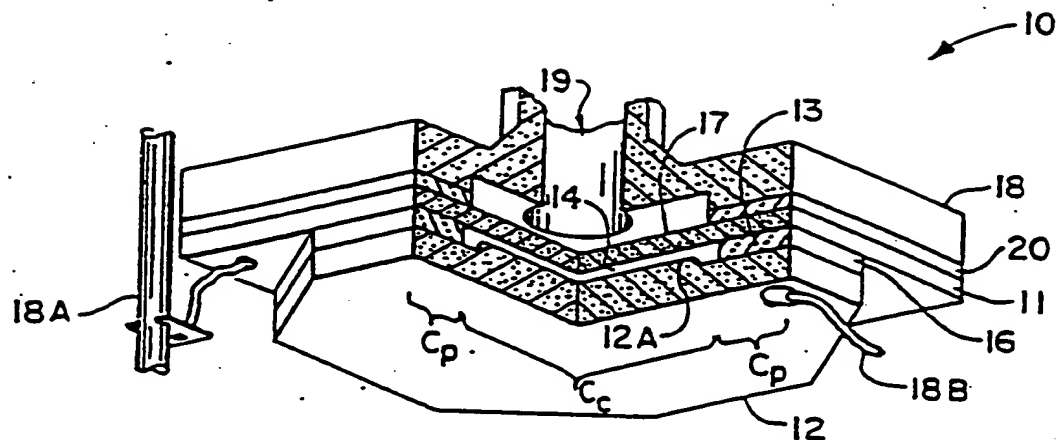


FIG. 1A

STAND DER TECHNIK

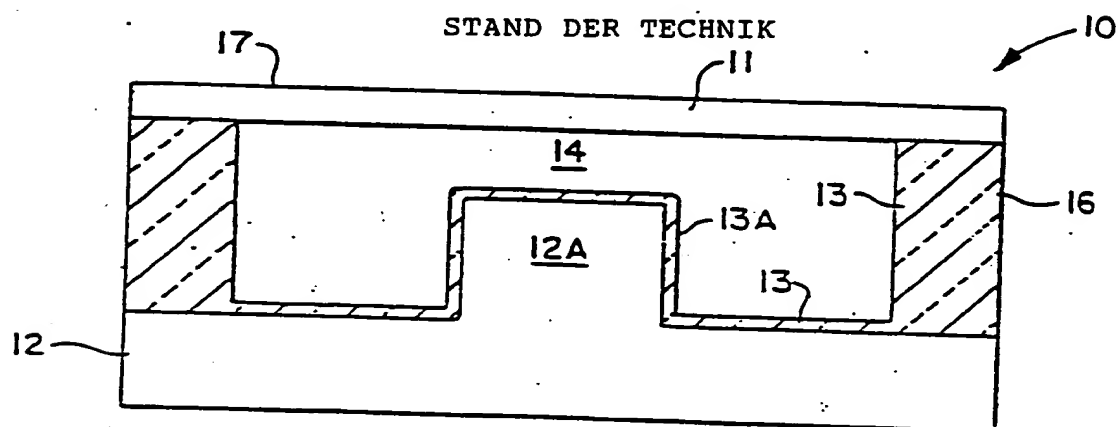


FIG. 1

STAND DER TECHNIK

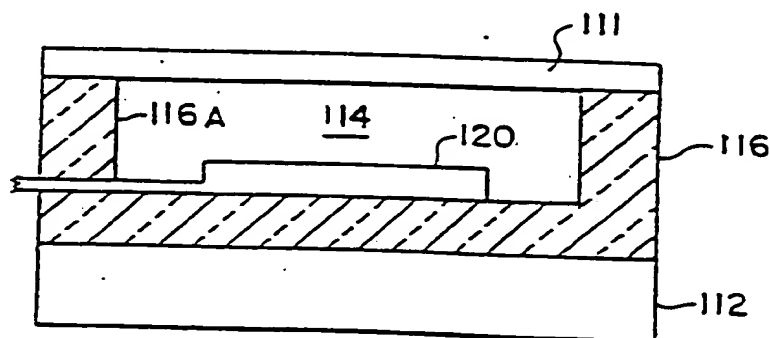


FIG. 2

STAND DER TECHNIK

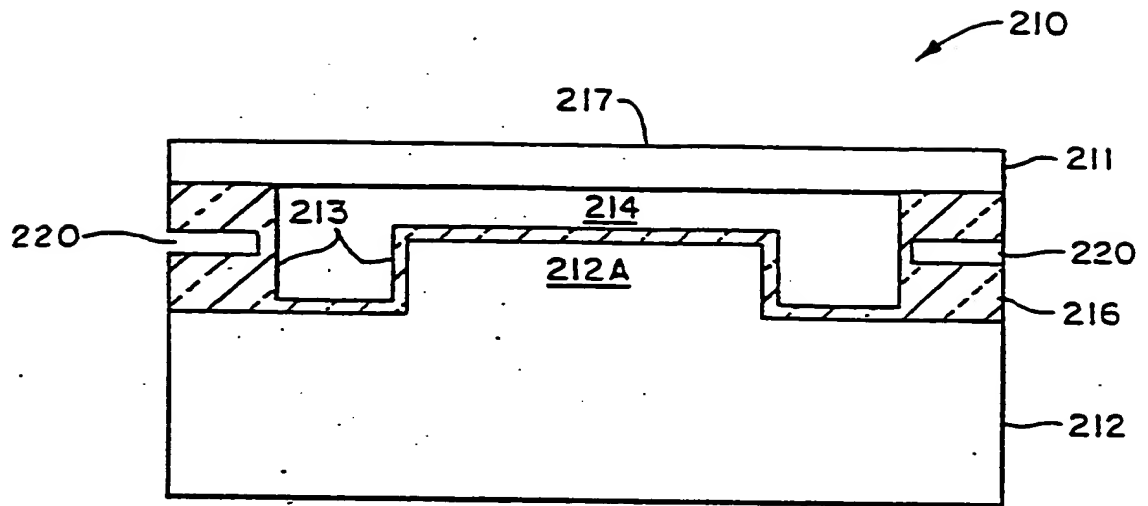


FIG. 3

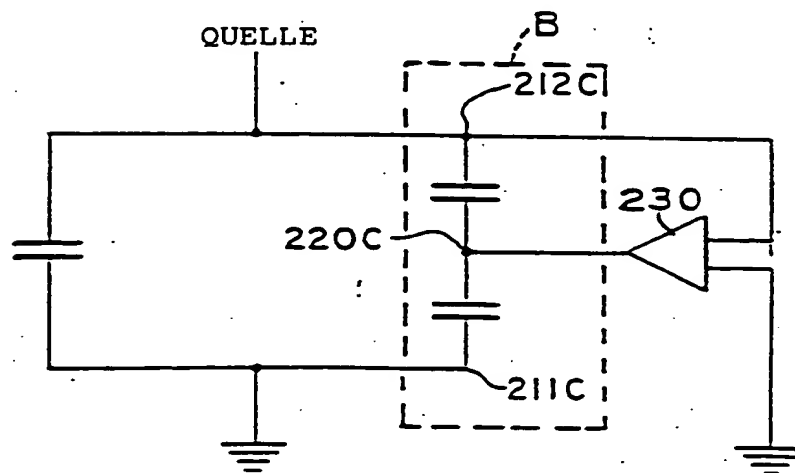


FIG. 4